



行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

新一代交換式網際網路路徑器之研製(III)

子計畫一：新一代交換式網際網路路徑器高效能架構之研製(III)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC89-2219-E-032-002

執行期間：89年 8月 1日至90年 7月31日

計畫主持人：許獻聰

共同主持人：黃能富

執行單位：淡江大學電機工程學系

中 華 民 國 90年 7月 31日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

新一代交換式網際網路路徑器之研製(III)

子計畫一：新一代交換式網際網路路徑器高效能架構之研製(III)

計畫編號：NSC 89-2219-E-032-002

執行期限：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

主持人：許獻聰	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
共同主持人：黃能富	執行機構及單位名稱：清華大學資訊工程學系
計畫參與人員：莊岳儒	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
陳仁暉	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
鄭宇傑	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
王永達	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
張智凱	執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系

stsheu@ee.tku.edu.tw

一、中文摘要

近年來網際網路的風潮正迅速蓬勃的成長，而執行於其上的應用亦日趨多元化。隨著上網人口的增加，也為網際網路帶來各種令人十分困擾的問題，其中包括 IP 定址方式即將不敷使用與網路服務品質需求等問題。為此，IETF 乃制定出新一代的網際網路協定 IPv6。本計畫我們將研製一種能有效解決上述問題的技術“switch-based IPv6 router 和 switching fabric 晶片”的實作。它主要是整合了 Layer3 (IP) 的通訊協定和 Layer2 (Switching) 的交換技術，使得舊有的網際網路定址位址的寬與效能大大地被提昇，而成為可供本世紀使用的網路技術和架構。

本子計畫為新一代網際網路路徑器高效能架構研製的第三年計畫，亦是最後一年的計畫。其中負責路徑器中封包交換的硬體架構以及在 IPv6 Fast PCI Based Multi-layer Switch 硬體平臺上所發展的 Kernel 程式已達完成階段。同時將本子計畫所完成之軟硬體設備移至清華大學與總計畫進行整合與測試的工作。

關鍵詞：服務品質需求，第六版網際網路通訊協定，封包交換。

Abstract

The trend of communicating through Internet is rapidly growth in recently years. Moreover, the applications running in Internet are also various more and more. Due to the growth of population for using Internet, there are many important issues should be satisfied and solved including the lack of IP addresses and various requirements of QoS. In order to solve these problems, IETF defined the next generation Internet Protocol called IPv6. The object of this project is to develop an efficient technique to design and implement a “switch-based IPv6 router and switching fabric chip” to as a kind of resolutions for the next generation network. In this project, it integrated the protocol of layer 3 and the switching technique of layer 2 to improve the performance of the existed Internet and provide a new switching technology for the future.

The project is the 3rd year subproject of “The Design and Implementation of High-Performance Architecture for Switch-based IPv6 Routers”. It is also the last year project of the integrated projects. The object of design and develop an IPv6 based switching hardware platform and relative Kernel programs has accomplished. At present, the complete mechanism also has

been moved to the National Tsing Hua University for integration and testing with another mechanisms developed by another subprojects.

Keywords: Quality of service (QoS) requirement, Internet Protocol version 6 (IPv6), Packet switching.

二、計劃緣由與目的

目前Internet網際網路正以令人難以預料的的速度在膨脹，根據統計平均每年Internet的規模就會擴大一倍。而當前推動Internet發展的動力則是日益成熟的個人電腦市場，其中更高的性能和更低的價格讓個人電腦市場成為Internet發展的巨大引擎，這是在Internet發展初期所沒有預料到的情況。尤其值得注意的是，Internet下一階段發展的動力將不僅僅只是個人電腦市場，而是由多個市場共同的來推動，如：個人移動計算設備、網上娛樂服務、網絡設備控制、家電等等。而目前Internet使用的網絡協議IPv4的地址分配額度已經出現了吃緊狀態，盡管使用無分類的網絡地址（CIDR）等技術在一定程度上延緩了IP地址的緊張局勢，但是引入並採用新的地址方案還是勢在必行。同時多媒體數據流的加入，對數據流真實性的鑒別，以及提供安全性等方面的需求都迫切要求新一代IP協定的出現。

因此有新一代之IP(Internet Protocol)協定(簡稱IPv6)被提出來解決此一問題。在此同時，基於以往對Internet的使用經驗得知原本IP協定存在著許多不足之處，如其對即時服務、擁塞控制及保密措施等的支援。因此，在設計IPv6時，除擴充位址空間以解決最緊迫的位址不足問題外，亦對原有的IPv4協定各方面功能重新檢討，以力求改善。為反映這些需求，Internet工程特別小組(Internet Engineering Task Force, IETF)於1992年6月對下一代IP(簡稱IPng)發起提議徵文。經過長期討論，於1995年1月確立主要里程碑並發行RFC。這個新一代網際網路通訊協定的正式名稱為「IPv6」。其意義為第六版的網際網路通訊

協定(IP version 6)。IPv6並不是全面革新的網路協定，它是從IPv4演進而來。它將IPv4中沒有作用的功能去除，保留有用與預期要用的功能。

IPv6是一個建立在可靠的、可管理的、安全的和高效的IP網絡的長期解決方案。盡管IPv6的實際應用之日還需耐心等待，不過，了解並研究IPv6的重要特性以及它針對目前IP網絡存在的問題而提供的解決方案，對於日後制定企業網絡的長期發展計劃與規劃網絡應用的未來發展方向上而言，都是十分有益的。

三、研究方法與成果

由於目前市面上尚無較為成熟而且便宜的Ipv6 Multi-layer Switch交換器。因此我們審查了許多的交換器和PCI網路卡製作技術，包括NPL的5-Port Fast Ethernet Switch, 8-Port Fast Ethernet Switch, Galileo Switched Ethernet Controller 以及 Fast Ethernet Controller, 如Realtek 的 Single Chip -RTL8139 PCI網路卡。除此之外，還同時評估以PCI為介面的Evaluation board和CPU (Intel 80188或Power PC 850)為發展Multi-layer Switch的平臺的可行性。同時在其上先行構想了適當的硬體模組架構，如：CPU, Chip, IC.....和硬體線路設計等製作方式，以作為設計各種模組的參考。例如：4-port 或8-port 10/100 BaseT 模組，Multi-layer Switch之硬體發展平臺等。

在第三年的計劃裡，我們的目標將實現PCI Switch-based IPv6 Router整個硬體平台及其模組架構，圖一為其硬體架構的方塊圖。

在經由評估之後，我們決定硬體平台採用可以在PC或其他母板上執行的Embedded NT系統，它結合了IP Switching和PCI介面，同時設計出一片內含4-Port的Switching board (1 port 對內，3 Port 對外之IPV6 switching board Card, PCI bus)。在這片Switching board 裡將包含了數顆主要的Chips：如IPV6 lookup chip, QoS chip, switching fabric chip, PCI Controller以及其

他IC (如EEPROM (93C46)、OSC振盪器、Transceivers 與其他SMD電阻和電容等元件)等。就目前而言，我們已經完成了我們的switching board的硬體架構部分，如圖二、圖三所示。

在歷經了前兩年的製作與試誤過程，嘗試了各種製作方式後，我們採用第三種方法製作IPv6 Fast PCI Based Multi-layer Switch 硬體平臺，即是使用PCI-to-PCI bridge來擴充成一片內含4-Port的Switching board，而其所使用之MAC為RTL8139C之高速乙太網路晶片，此一晶片為一整合了MAC與PHY的網路控制晶片，使得在線路的設計上能夠大大地精簡其複雜度並同時增加其在實用上的穩定度與可靠度。

四、結論與討論

在去年的實做中，因為第二種版本的實作方式存在著一些製做上的瓶頸問題，因而使得layer3 switch硬體平台在製做時一直無法很順利的完成，且成品效果亦不彰。因此在採用了第三種製作方式時我們考慮了改用PCI bridge連接RTL8139C的可行性。此種更具彈性的設計，無論是在製作過程或結果上，相較於前述之版本皆有比較好的表現。

我們在第二種實作版本中所遭遇的問題大致可歸納如下：

- 1、因此版的設計在電路板 layout 上對於各元件與線路之間所應注意的電器特性問題較難掌握，因而造成了部分線跡過長，電子訊號因此產生過份衰減或雜訊過高而造成訊號錯誤。
- 2、因電路板 layout 是委託外面廠商代為處理，由於其誤認 PCI 之線跡長度要求，而有線跡過長的問題發生，這也造成了日後電路板在運作上的不穩定性。
- 3、電源問題。此版之設計因會造成電路板上其中的兩大晶片吃電過重，導致 PCI 的供電不足，而必須另外加裝電源。
- 4、利用硬體描述語言(VHDL)所製作之匯流排裁決控制器在與電路板的各晶片

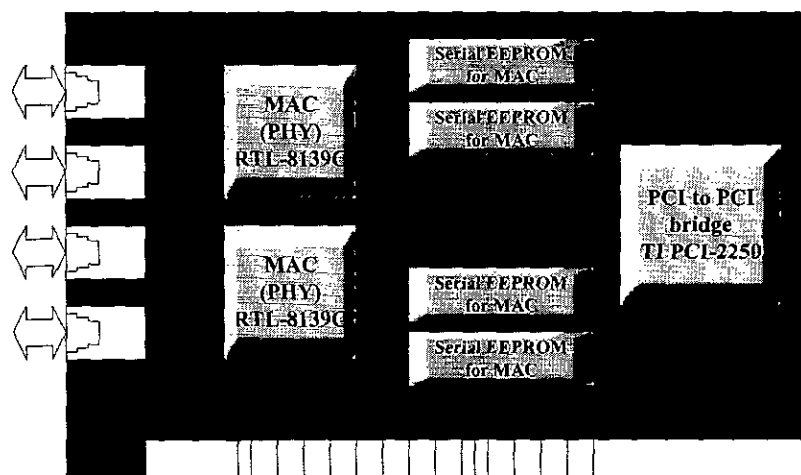
進行協調仲裁動作時易產生大量的熱源，因而造成電路板在運作上的不穩定性，同時此匯流排裁決控制器的使用壽命也因此大幅減小。

為了避免之前委託外面layout廠商所帶來的種種錯誤而造成除錯上的困擾，此次的電路板layout乃是由本實驗室獨自處理，而不委外佈局。

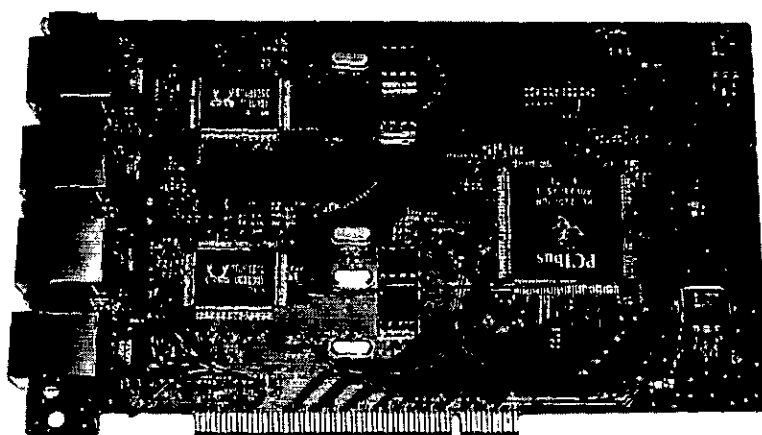
五、參考文獻

- [1] P. Newman et al., "IP Flow Management Protocol Specification for IPv4," *IETF RFC* 1953, May 1996.
- [2] P. Newman, T. Lyon, and G. Minshall, "IP Switching and Gigabit Routers," *IEEE Commun. Mag.*, January 1997.
- [3] D.D. Clark, S. Shenker, and L. Zhang, "Supporting Real-time Application in An Integrated Services Packet Network," *Proc. ACM SIGCOMM*, Comp. Commun. Review 22(4), Sep. 1992, 14-26.
- [4] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in The Internet Architecture: An Overview," *IETF RFC* 1633, Jul, 1994.
- [5] A. S. Thyagarajan, S. L. Casner, and S. E. Deering, "Making The Mbone Real," *Proc. INET, Honolulu*, Jun. 1995, 465-473.
- [6] Internet Domain Survey, July 1996, Network Wizards, <<http://www.nw.com>>.
- [7] RFC 1953 I P. Newman, W. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Liaw, T. Lyon, G. Minshall, "Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4 Version 1.0," 05/23/1996
- [8] RFC 1987 I P. Newman, W. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Liaw, T. Lyon, G. Minshall, "Ipsilon's General Switch Management Protocol Specification Version 1.1," 08/16/1996.
- [9] B. Braden, J. Postel, and Y. Rekhter, "Internet Extensions for Shared Media," *IETF RFC* 1620, May. 1994.

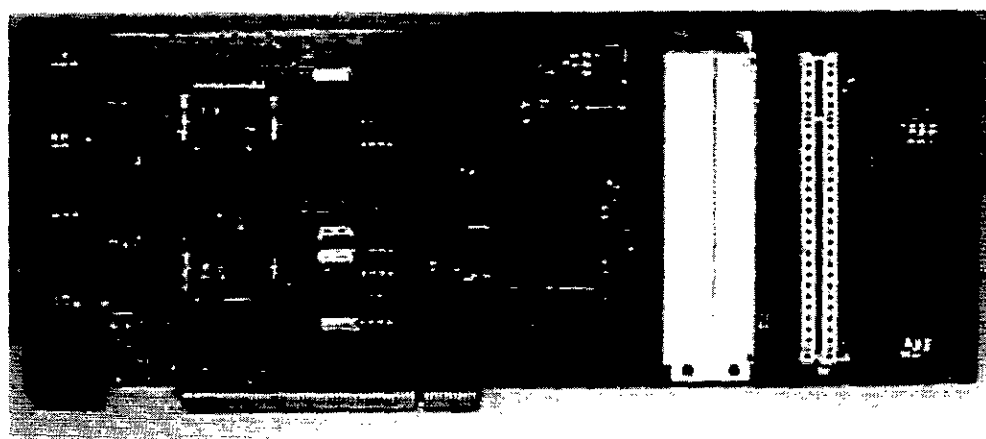
六、圖表



圖一、Block diagram of PCI-based switching card.



圖二、Photograph of version 1's PCI-based switching card.



圖三、Photograph of version 2's PCI-based switching card (with two extra PCI slots).